

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**OPTIMALISASI BIAYA PEMUPUKAN TANAMAN PADI
MENGUNAKAN METODE *KUHN TUCKER*
(Studi Kasus: Kelompok Tani Rambahan Sakato, Desa Nyiur
Melambai Pelangai, Sumatera Barat)**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada
Program Studi Matematika

oleh :

RAHMI YULANDA
11754202156



UIN SUSKA RIAU

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2021**



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

LEMBAR PERSETUJUAN

**OPTIMALISASI BIAYA PEMUPUKAN TANAMAN PADI
MENGUNAKAN METODE KUHN TUCKER**
(Studi Kasus: Kelompok Tani Rambahan Sakato, Desa Nyiur
Melambai Pelangai, Sumatera Barat)

TUGAS AKHIR

oleh:

RAHMI YULANDA
11754202156

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan tugas akhir
di Pekanbaru, pada tanggal 04 Mei 2021

Ketua Program Studi

Ari Pani Desvina, M.Sc.
NIP. 19811225 200604 2 003

Pembimbing

Elfira Safitri, M.Mat.
NIK. 130 517 049

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMALISASI BIAYA PEMUPUKAN TANAMAN PADI MENGUNAKAN METODE *KUHN TUCKER* (Studi Kasus: Kelompok Tani Rambahan Sakato, Desa Nyiur Melambai Pelangai, Sumatera Barat)

TUGAS AKHIR

oleh:

RAHMI YULANDA
11754202156

Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 04 Mei 2021

Pekanbaru, 04 Mei 2021

Mengesahkan

Ketua Program Studi

Ari Pani Desvina, M.Sc.

NIP. 19811225 200604 2 003



Dekan

Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag.

NIP. 19660604 199203 1 004

DEWAN PENGUJI :

Ketua : Fitri Aryani, M.Sc.

Sekretaris : Elfira Safitri, M.Mat.

Anggota I : Sri Basriati, M.Sc.

Anggota II : Nilwan Andiraja, S.Pd., M.Sc.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh tugas akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan tugas akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal peminjaman.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 04 Mei 2021

Yang membuat pernyataan,

RAHMI YULANDA
11754202156



LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, untuk segala nikmat dan lika liku yang dijalani, semoga aku senantiasa menjadi hamba-Mu yang tiada pernah lupa bersyukur ya Allah .

Allahumma sholli 'aala sayyidina Muhammad wa 'ala aali sayyidina Muhammad, sholawat kepada kekasih Allah, semoga rindu mengantarkanku berada dibarisan pengikutmu ya Rasulullah.

Teruntuk kedua orangtuaku tercinta, terimakasih untuk kasih sayang yang tiada ternilai, terimakasih untuk semua doa yang selalu dikirimkan untukku, terimakasih untuk segala perjuangan dan pengorbanan yang telah diberikan kepadaku, semoga Allah memberikan kebahagiaan di dunia dan di akhirat dan semoga aku selalu bisa menjadi anak yang berbakti.

Kepada Ibu Elfira Safitri, M.Mat., terimakasih telah meluangkan waktu untuk memberikan ilmu dan memberikan nasehat-nasehat untuk membimbingku menyelesaikan tugas akhir ini.

Kepada seluruh Dosen Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau, terimakasih untuk ilmu yang telah diberikan kepadaku.

Teruntuk sahabat-sahabat yang aku sayangi (Ain, Winda, Retno, Sutri), terimakasih untuk canda tawa yang selalu diberikan, terimakasih karena selalu bersedia membantu dan memberikan semangat. Semoga Allah selalu memberikan kemudahan dalam menggapai cita-cita dan meraih kesuksesan.

Dan teruntuk semua pihak yang telah memberikan dukungan, semangat dan nasehat kepadaku, terimakasih untuk selalu peduli. Semoga setiap do'a, harapan dan cita-cita kita segera tercapai dan semoga Allah meridhoi kita disetiap langkah yang kita lalui.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

OPTIMALISASI BIAYA PEMUPUKAN TANAMAN PADI MENGUNAKAN METODE *KUHN TUCKER* (Studi Kasus : Kelompok Tani Rambahan Sakato, Desa Nyiur Melambai Pelangai, Sumatera Barat)

RAHMI YULANDA
NIM: 11754202156

Tanggal Sidang : 4 Mei 2021
Tanggal Wisuda : 2021

Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Kelompok Tani Rambahan Sakato, Desa Nyiur Melambai Pelangai, Sumatera Barat merupakan salah satu kelompok tani yang memproduksi beberapa jenis pangan salah satunya tanaman padi yang ditanam pada lahan seluas satu hektar. Salah satu faktor yang menunjang tanaman untuk tumbuh dan berproduksi secara optimal adalah ketersediaan unsur hara dalam jumlah yang cukup didalam tanah. Pemberian pupuk dapat dilakukan jika tanah tidak dapat memberikan unsur hara yang cukup bagi tanaman. Jenis pupuk yang digunakan dalam pemupukan tanaman padi terdiri dari empat macam jenis yaitu pupuk SP-36, pupuk Urea, pupuk Phonska dan Pupuk KCL. Kelompok Tani Rambahan Sakato ingin mendapatkan biaya minimum pemupukan tanaman padi sehingga dilakukan optimasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Kuhn Tucker*. Metode Kuhn Tucker merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk mencari titik optimum dari suatu fungsi kendala tanpa memandang sifat apakah linear atau nonlinear. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui bentuk penyelesaian optimasi dalam menentukan jumlah setiap jenis pupuk yang harus disediakan pada tanaman padi agar mendapatkan biaya minimum menggunakan metode *Kuhn Tucker*. Penyelesaian metode Kuhn-Tucker sama halnya dengan metode Lagrange, yaitu menghitung nilai (x, λ, S) dan menghitung nilai $f(x)$. Proses pencarian nilai (x, λ, S) menggunakan perkalian matriks. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa Kelompok Tani Rambahan Sakato perlu menyediakan pupuk SP-36 sebanyak 1 karung, pupuk urea sebanyak 3 karung, pupuk phonska sebanyak 16 karung dan tidak perlu menyediakan pupuk KCL dengan biaya minimum Rp. 2.710.000.

Kata Kunci: Optimasi, unsur hara, metode lagrange, metode Kuhn Tucker, perkalian matriks.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

OPTIMIZATION OF RICE PLANTS FERTILIZATION COSTS USING THE KUHN TUCKER METHOD (A Case Study: Rambahan Sakato Farmer Group, Nyiur Melambai Pelangai Village, West Sumatra)

RAHMI YULANDA
NIM: 11754202156

Date of Final Exam: 4th May 2021
Date of Graduation: 2021

Mathematics Program Study
Faculty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Soebrantas Street No.155 Pekanbaru

ABSTRACT

The Rambahan Sakato Farmer Group, Nyiur Melambai Pelangai Village, West Sumatra is one of the farmer groups that produces several types of food, one of which is rice plants planted on an area of one hectare. One of the factors that support plants to grow and produce optimally is the availability of nutrients in sufficient quantities in the soil. Fertilizer can be applied if the soil cannot provide sufficient nutrients for plants. There are four types of fertilizers used in the fertilization of rice plants, namely SP-36 fertilizer, Urea fertilizer, Phonska fertilizer and KCL fertilizer. The Rambahan Sakato Farmer Group wants to get a minimum cost of fertilizing rice plants so that it is optimized. The method used in this research is the Kuhn Tucker method. The Kuhn Tucker method is a method that can be used to find the optimum point of a constraint function regardless of whether it is linear or nonlinear. The purpose of this study was to determine the form of optimization completion in determining the amount of each type of fertilizer that must be provided to rice plants in order to obtain a minimum cost using the Kuhn Tucker method. The solution to the Kuhn-Tucker method is the same as the Lagrange method, namely calculating the value (x, λ, S) and calculating the value of $f(x)$. The process of finding values (x, λ, S) uses matrix multiplication. Based on the research results, it was found that the Rambahan Sakato farmer group needed to provide 1 sack of SP-36 fertilizer, 3 sacks of urea fertilizer, 16 sacks of Phonska fertilizer and did not need to provide KCL fertilizer at a minimum cost of Rp. 2,710,000.

Keywords: Optimization, nutrients, lagrange method, Kuhn Tucker method, matrix multiplication.



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamiin. Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah *Subhanahu wa Ta'ala* karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis diberi kemudahan untuk menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Optimalisasi Biaya Pemupukan Tanaman Padi Menggunakan Metode *Kuhn tucker* (Studi Kasus: Kelompok Tani Rambahan Sakato, Desa Nyiur Melambai Pelangai, Sumatera Barat)”**. Shalawat dan salam juga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad *Sallallahu'alaihi Wasallam*, semoga kelak seluruh umatnya mendapat *syafa'at* dari beliau. Penulisan tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi Strata 1 (S1) di Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Selama penyusunan tugas akhir ini penulis banyak sekali mendapatkan bimbingan, arahan, dan masukan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada kedua orangtua tercinta dan keluarga yang senantiasa mendo'akan, melimpahkan kasih sayang, perhatian dan materi yang tak terhingga. Selain itu, penulis juga mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Hairunas, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Bapak Dr. Drs. Ahmad Darmawi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Ibu Ari Pani Desvina, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Ibu Fitri Aryani, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Syiteislamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

5. Ibu Rahmadeni, M.Si., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan dukungan serta arahan kepada penulis selama proses perkuliahan.
 6. Ibu Elfira Safitri, M.Mat., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan tenaga dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang sangat berguna dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
 7. Ibu Sri Basriati, M.Sc., selaku Penguji I yang telah memberikan kritik dan saran dalam penulisan Tugas Akhir ini.
 8. Bapak Nilwan Andiraja, M.Sc., selaku Penguji II yang telah memberikan kritikan dan saran dalam penulisan Tugas Akhir ini.
 9. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis selama kuliah.
 10. Semua pihak yang telah membantu penulis dari awal penyusunan Tugas Akhir hingga selesai, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.
- Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini bermanfaat dan dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan. *Aamiin ya Rabbal'alamiin.*

Pekanbaru, 04 Mei 2021

Rahmi Yulanda



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
 BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
 BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Optimasi	5
2.2 Pemrograman Linier	5
2.3 Pemrograman Nonlinier	6
2.4 Metode Pengali <i>Lagrange (Lagrange Multipliers)</i>	8
2.5 Metode <i>Kuhn Tucker</i>	10
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.1	Data Jenis Pupuk Tanaman Padi.....	26
4.2	Penyelesaian Optimasi menggunakan Metode <i>Kuhn Tucker</i> ...	27
4.3	Penyelesaian Contoh Kasus menggunakan Metode <i>Kuhn Tucker</i>	41
BAB V	PENUTUP	53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR SIMBOL

z	: Fungsi tujuan
$g_i(x)$: Fungsi kendala
b	: Jumlah ketersediaan sumber daya
L	: Fungsi Lagrange yang mendukung metode <i>Kuhn-Tucker</i>
$f(x)$: Fungsi tujuan dalam penyusunan fungsi <i>lagrange</i>
x	: Variabel keputusan
λ_i	: Pengali <i>lagrange</i>
S_i^2	: Variabel <i>non negatif</i>

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Syarat Cukup Metode <i>Kuhn Tucker</i>	12
Tabel 2.2 Data Jumlah Kandungan Vitamin dan Protein.....	14
Tabel 2.3 Data Jumlah Campuran Bahan Pupuk	18
Tabel 4.1 Jenis Pupuk Tanaman Padi	26
Tabel 4.2 Jenis Pupuk Tanaman Padi yang Digunakan	27
Tabel 4.3 Harga Setiap Jenis Pupuk yang Digunakan	27
Tabel 4.4 Jumlah Setiap Jenis Pupuk yang Harus Disediakan	40
Tabel 4.5 Kandungan Nutrisi Makanan Diet	41

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Penyelesaian permasalahan optimasi pada studi kasus menggunakan software QM.....	A-1
Lampiran B Data Jenis Pupuk dan Harga Pupuk yang digunakan pada Tanaman Padi di Kelompok Tani Rambahan Sakato, Desa Nyiur Melambai Pelangai, Sumatera Barat.....	B-1
Lampiran C Penyelesaian permasalahan optimasi pada contoh kasus menggunakan software QM.....	C-1



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan sektor pertanian khususnya subsektor tanaman pangan memiliki peran sangat penting dan strategis, hal ini dikarenakan subsektor tanaman pangan memiliki peranan penting dalam menunjang kehidupan sebagian besar penduduk Indonesia [1]. Tingginya jumlah penduduk di Indonesia menyebabkan kebutuhan pangan yang cukup besar. Salah satu sumber pangan yang dikonsumsi masyarakat saat ini adalah beras. Sehingga peningkatan produksi beras menjadi prioritas utama dalam mengatasi kekurangan bahan pangan.

Salah satu usaha dalam meningkatkan pembangunan pertanian adalah dengan membentuk kelompok tani. Kelompok Tani Rambahan Sakato adalah sebuah kelompok tani yang berada di Dusun Rambahan, Kecamatan Ranah Pesisir, Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat yang bergerak di bidang pangan. Salah satu jenis tanaman pangan yang ditanam adalah tanaman padi.

Salah satu faktor yang menunjang tanaman untuk tumbuh dan berproduksi secara optimal adalah ketersediaan unsur hara dalam jumlah yang cukup didalam tanah. Pemberian pupuk dapat dilakukan jika tanah tidak dapat memberikan unsur hara yang cukup bagi tanaman. Namun, pemberian pupuk yang tidak tepat pada tanaman menyebabkan produksi hasil panen tidak optimal serta dapat menyebabkan pemborosan biaya. Pemberian unsur hara yang kurang juga menyebabkan hasil panen tidak maksimal. Sehingga perlu dilakukan optimasi dalam pemberian pupuk agar bisa meminimalkan biaya namun tetap mencukupi unsur hara yang dibutuhkan tanaman [12].

Optimasi merupakan salah satu ilmu yang digunakan untuk mencari nilai maksimum atau minimum dari berbagai permasalahan. Optimasi digunakan diberbagai bidang dengan tujuan agar dapat mencapai hasil yang diinginkan. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam masalah ini adalah metode *Kuhn Tucker* [13].



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Metode *Kuhn Tucker* digunakan untuk mencari nilai optimum dari fungsi dengan kendala dengan bentuk pertidaksamaan, metode *Kuhn Tucker* memperluas metode *lagrange* untuk masalah optimasi yang memiliki kendala pertidaksamaan [13]. [15] mengatakan bahwa hanya permasalahan optimasi dengan kendala persamaan yang dapat diselesaikan dengan metode *lagrange*, namun jika diberikan syarat *Karush-Kuhn-Tucker* maka permasalahan optimasi pemrograman linier dengan kendala pertidaksamaan juga dapat diselesaikan dengan metode *lagrange*. *Karush-Kuhn-Tucker* pada tahun 1951 mengemukakan teknik optimasi yang dapat digunakan dalam pencarian titik optimum dari suatu fungsi yang berkendala tanpa memandang linier maupun nonlinier.

Beberapa penelitian terdahulu yang diselesaikan dengan menggunakan metode *Kuhn Tucker* diantaranya penelitian [13] dengan judul “Optimalisasi Hasil Produksi Menggunakan Metode *Kuhn-Tucker* (Studi Kasus: Toko Baju Mitra Pekanbaru)” yang membahas tentang penggunaan metode *kuhn-tucker* dalam mencari keuntungan maksimum penjualan baju sekolah, selanjutnya penelitian dari [3] yang berjudul “Penyusunan Anggaran Penjualan, Optimasi Keuntungan Menggunakan Metode *Kuhn-Tucker* Pada Industri Olahan Daging Ayam Beku “*Theendeus*” yang membahas tentang penggunaan metode *kuhn-tucker* dalam mencari keuntungan yang optimal, kemudian penelitian [5] dengan judul “Optimalisasi Penjualan Kain Endek Dengan Metode *Karush-Kuhn-Tucker* (KKT)” yang membahas tentang penggunaan metode *kuhn-tucker* dalam mencari keuntungan maksimum penjualan kain endek, dan penelitian [10] yang berjudul “Solusi Pemrograman Nonlinier Desain Kamar Kost Dengan Menggunakan Syarat *Karush-Kuhn-Tucker* (KKT)” yang membahas tentang mencari solusi dalam mendesain sebuah bangunan dengan biaya minimum menggunakan metode *Kuhn-Tucker*.

Berdasarkan penelitian [13] dan [10] maka penulis mencoba mencari solusi terbaik dalam permasalahan pengoptimalan jumlah pupuk pada tanaman padi menggunakan metode *Kuhn Tucker*. Hal ini mendasari penulis untuk melakukan penelitian dengan kasus yang berbeda dengan judul “Optimalisasi Biaya Pemupukan Tanaman Padi menggunakan Metode *Kuhn Tucker* (Studi Kasus :



Kelompok Tani Rambahan Sakato, Desa Nyiur Melambai Pelangai, Sumatera Barat)”).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dari penelitian ini yaitu, “Bagaimana bentuk penyelesaian optimasi dalam menentukan jumlah setiap jenis pupuk yang harus disediakan pada tanaman padi agar mendapatkan biaya minimum menggunakan metode *Kuhn Tucker*?”.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada beberapa hal agar penelitian terarah dan tujuan utama dapat tercapai. Adapun batasan dari penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan adalah data penggunaan pupuk tanaman padi dari kelompok tani Rambahan Sakato dengan pupuk sebanyak 4 jenis.
2. Terdiri dari 4 variabel keputusan, yaitu jumlah pupuk jenis SP-36, jumlah pupuk jenis urea, jumlah pupuk jenis phonska dan jumlah pupuk jenis KCL.
3. Terdiri dari 4 fungsi kendala, yaitu jumlah kandungan nitrogen pada pupuk dan kebutuhan unsur hara nitrogen, jumlah kandungan fosfat pada pupuk dan kebutuhan unsur hara fosfat, jumlah kandungan kalium pada pupuk dan kebutuhan unsur hara kalium dan jumlah kandungan sulfur pada pupuk dan kebutuhan unsur hara sulfur.
4. Fungsi tujuan dalam penelitian ini adalah meminimumkan biaya pemupukan tanaman padi.
5. Penelitian ini hanya mempertimbangkan kebutuhan unsur hara keseluruhan tanaman tanpa membahas pemberian dosis pupuk.
6. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Kuhn Tucker*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan permasalahan maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengetahui bentuk penyelesaian optimasi dalam menentukan jumlah setiap jenis pupuk yang harus disediakan pada tanaman padi agar mendapatkan biaya minimum menggunakan metode *Kuhn Tucker*.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menjadi bahan pertimbangan dalam pemberian jumlah pupuk pada tanaman padi menggunakan metode *Kuhn Tucker*.
2. Dapat dijadikan referensi dalam penelitian-penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proposal ini mencakup tiga bab yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang pemilihan judul, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang hal-hal yang dijadikan sebagai teori dasar yang digunakan dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang langkah-langkah yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi pembahasan tentang penyelesaian optimasi agar mendapatkan biaya minimum menggunakan metode *Kuhn Tucker*.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang menjelaskan inti dari seluruh pembahasan dan saran.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Optimasi

Optimasi merupakan salah satu ilmu yang digunakan untuk mencari nilai maksimum atau minimum dari berbagai permasalahan. Optimasi digunakan untuk mencapai hasil yang ideal, sebagai sebuah bentuk mengoptimalkan sesuatu yang sudah ada, ataupun merancang dan membuat sesuatu secara optimal [14].

Optimasi sangat dibutuhkan dalam bidang produksi, seperti untuk memaksimalkan keuntungan atau meminimumkan biaya. Dalam ekonomi dikenal juga masalah optimasi (masalah yang berhubungan dengan keputusan yang terbaik, maksimum, minimum dan yang paling baik). Menurut [9] orang selalu melakukan optimasi dalam kehidupan, baik secara sadar maupun tidak.

2.2 Pemrograman Linier

Pemrograman linier merupakan sebuah metode yang berbentuk linier dan berfungsi untuk meminimumkan atau memaksimalkan fungsi tujuan terhadap fungsi kendala dengan tujuan mencari penyelesaian optimal [7]. Program Linier menggunakan model matematis untuk menjelaskan persoalan yang dihadapinya. Sifat “linier” di sini memberi arti bahwa seluruh fungsi matematis dalam model ini merupakan fungsi yang linier (variabel berderajat satu), sedangkan kata “program” merupakan sinonim untuk perencanaan [2].

Menurut [11], terdapat empat ciri khusus yang terdapat dalam program linier yaitu :

- 1 Permasalahan diselesaikan dengan cara mencapai fungsi tujuan minimum atau maksimum.
- 2 Kendala merupakan batasan dalam mencapai tujuan.
- 3 Penyelesaian dapat dilakukan dengan beberapa cara.
- 4 Hubungan matematis bersifat linier.

Bentuk umum model pemograman linier sebagai berikut:

Max/min
kendala

$$z = f(x) \quad (2.1)$$

$$g_i(x) \leq / = / \geq b$$

$$x_1, x_2, \dots, x_m \geq 0$$

dengan:

z : Fungsi tujuan

$g_i(x)$: Fungsi kendala

b : Jumlah ketersediaan sumber daya

$x_1, x_2, \dots, x_m \geq 0$: Pembatas *non negatif*

Kendala dengan bentuk persamaan akan lebih mudah diselesaikan daripada kendala dengan bentuk pertidaksamaan, sehingga perlu diubah kedalam bentuk persamaan atau bentuk standar. Menurut [4], kendala pertidaksamaan kurang dari atau sama dengan (\leq) dapat diubah ke dalam bentuk persamaan dengan menambahkan variabel *slack* seperti berikut:

$$g_i(x) \leq b_i$$

Kemudian ditambahkan variabel *slack* sehingga didapatkan bentuk persamaan:

$$g_i(x) + S_i = b_i \quad (2.2)$$

Sama hal nya dengan bentuk kendala pertidaksamaan lebih dari atau sama dengan (\geq) dapat diubah ke dalam bentuk persamaan dengan mengurangi variabel *slack* seperti berikut:

$$g_i(x) \geq b_i$$

Kemudian dikurangkan variabel *slack* sehingga didapatkan bentuk persamaan :

$$g_i(x) - S_i = b_i \quad (2.3)$$

S_i merupakan variabel *slack* dengan $S_i \geq 0$ untuk menjamin bahwa ketidaksamaan terpenuhi [4].

2.3 Pemrograman Nonlinier

Menurut [6], pemrograman nonlinier merupakan suatu permasalahan yang memiliki fungsi tujuan dan fungsi kendala berbentuk linier atau salah satunya linier. Untuk mencari nilai variabel keputusan atau nilai-nilai $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ digunakan masalah pemograman linier, berikut model pemograman linier:



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Max/min
kendala

$$z = f(x) \quad (2.4)$$

$$g_i(x) \leq / = / \geq 0$$

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$$

Dengan $f(x)$ dan $g_i(x)$ merupakan fungsi yang diketahui dengan n variabel keputusan.

Beberapa bentuk pemograman nonlinier sebagai berikut:

1. Pemograman Nonlinier Berkendala

- a. Bentuk umum pemograman nonlinier dengan kendala kesamaan untuk $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ adalah:

$$\text{Max/min:} \quad z = f(x) \quad (2.5)$$

kendala

$$g_i(x) = 0$$

$$x \geq 0$$

dengan

z : Fungsi tujuan

$g_i(x)$: Fungsi kendala

$x \geq 0$: Pembatas *non negatif*

- b. Bentuk umum pemograman nonlinier dengan kendala pertidaksamaan adalah:

$$\text{Max/min:} \quad z = f(x) \quad (2.6)$$

kendala

$$g_i(x) \leq / \geq 0 \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, n$$

$$x \geq 0$$

dengan

z : Fungsi tujuan

$g_i(x)$: Fungsi kendala

$x \geq 0$: Pembatas *non negatif*



2. Pemrograman Nonlinier dengan Kendala Linier

$$\text{Max/min} \quad z = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2.7)$$

kendala

$$g_i(x) \leq / = / \geq 0 \quad \text{untuk } m = 1, 2, \dots, n$$

$$x \geq 0$$

dengan

z : Fungsi tujuan

$g_i(x)$: Fungsi kendala

$x \geq 0$: Pembatas *non negatif*

2.4 Metode Pengali Lagrange (*Lagrange Multipliers*)

Menurut [13], metode pengali *lagrange* digunakan untuk mencari penyelesaian dari permasalahan optimasi dengan kendala persamaan. Metode ini dipakai untuk menentukan solusi dari permasalahan titik ekstrim variabel-variabel dan fungsi yang memenuhi semua kendala.

Bentuk umum metode pengali *lagrange* adalah:

$$\text{Max/Min} \quad z = f(x) \quad (2.8)$$

kendala

$$g_i(x) = 0$$

dengan

z : Fungsi tujuan

$g_i(x)$: Fungsi kendala

Persamaan *lagrange* digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi dengan kendala persamaan. Bentuk umum persamaan *lagrange* adalah sebagai berikut:

$$L(x, \lambda) = f(x) + \sum_{i=1}^m \lambda_i g_i(x) \quad (2.9)$$

dengan

L : Persamaan *lagrange* yang mendukung metode *Kuhn Tucker*

$f(x)$: Fungsi tujuan dalam penyusunan persamaan *lagrange*



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

x : Variabel keputusan
 λ_i : Pengali *lagrange*
 g_i : Fungsi kendala

Menurut [6], pengali *lagrange* mempunyai arti secara fisik yang menarik untuk dibahas. Misalnya terdapat permasalahan optimasi sebagai berikut:

$$\begin{array}{ll} \text{Max/min} & z = f(x) \\ \text{kendala} & \end{array} \quad (2.10)$$

$$g_i(x) = b_i$$

dengan:

z : Fungsi tujuan
 $g(x)$: Fungsi kendala
 b : Jumlah ketersediaan sumber daya

Berdasarkan Persamaan (2.10), maka persamaan *lagrange* untuk permasalahan diatas adalah sebagai berikut:

$$L(x, \lambda) = f(x) + \lambda(g_i(x) - b_i) \quad (2.11)$$

dengan:

L : Persamaan Lagrange yang mendukung metode *Kuhn-Tucker*
 $f(x)$: Fungsi tujuan dalam penyusunan fungsi *lagrange*
 x : Variabel keputusan
 λ_i : Pengali *lagrange*
 g : Fungsi kendala
 b : Jumlah ketersediaan sumber daya

Berdasarkan Persamaan (2.11), maka diperoleh syarat perlu untuk persamaan *lagrange* adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = 0 \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, n$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = 0$$



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berdasarkan persamaan tersebut maka akan didapat nilai (x, λ) untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Menentukan nilai optimum suatu fungsi matematika multivariabel dalam teori optimasi dengan kendala berupa suatu persamaan dapat menggunakan metode pengali *lagrange*. Sedangkan menentukan nilai optimum suatu fungsi matematika multivariabel dengan kendala berupa suatu pertidaksamaan dapat menggunakan metode *Kuhn Tucker* [13].

2.5 Metode Kuhn Tucker

Menurut [13], metode *Kuhn Tucker* digunakan untuk mencari nilai optimum dari fungsi dengan kendala dengan bentuk pertidaksamaan, metode *Kuhn Tucker* memperluas metode *lagrange* untuk masalah optimasi yang memiliki kendala pertidaksamaan. Hanya permasalahan optimasi dengan kendala persamaan yang dapat diselesaikan dengan metode *lagrange*, namun jika diberikan syarat *Karush Kuhn Tucker* maka permasalahan optimasi pemograman linier dengan kendala pertidaksamaan juga dapat diselesaikan dengan metode *lagrange* [15]. *Karush Kuhn Tucker* pada tahun 1951 mengemukakan teknik optimasi yang dapat digunakan dalam pencarian titik optimum dari suatu fungsi yang berkendala tanpa memandang linier maupun nonlinier.

Menurut [4], kendala dengan bentuk pertidaksamaan lebih dari atau sama dengan (\geq) dapat ditransformasikan dengan mengurangi variabel *slack non negatif* seperti berikut :

$$g_i(x) - S_i^2 = 0 \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m \quad (2.12)$$

Variabel *slack* belum diketahui sehingga permasalahan optimasi tersebut menjadi :

Min:

$$z = f(x) \quad (2.13)$$

kendala

$$g_i(x) - S_i^2 = 0 \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m$$



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berdasarkan Persamaan (2.11), untuk menyelesaikan permasalahan di atas digunakan metode pengali *lagrange* dengan bentuk persamaan *lagrange* sebagai berikut:

$$L(x, \lambda, S) = f(x) + \sum_{i=1}^m \lambda_i (g_i(x) - b_i - S_i^2) \quad (2.14)$$

dengan

L : Fungsi *lagrange* yang mendukung metode *Kuhn-Tucker*

$f(x)$: Fungsi tujuan dalam penyusunan fungsi *lagrange*

x : Variabel keputusan

λ_i : Pengali *lagrange*

g_i : Fungsi kendala

b : Jumlah ketersediaan sumber daya

S_i^2 : Variabel *non negatif*

Syarat perlu untuk penyelesaian optimum Persamaan (2.14) diperoleh dari penyelesaian sistem persamaan di bawah ini.

$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = 0 \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, n \quad (2.15)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_i} = 0 \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, n$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_i} = 0 \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, n$$

Dari persamaan di atas, maka akan diperoleh nilai (x, λ, S) yang merupakan penyelesaian optimum untuk permasalahan optimasi tersebut.

Syarat perlu dan syarat cukup *Kuhn-Tucker* dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\text{Max/Min } z = f(x) \quad (2.16)$$

kendala

$$g_i(x) \leq 0 \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m$$

$$g_i(x) \geq 0 \text{ untuk } i = m + 1, \dots, n$$

$$g_i(x) = 0 \text{ untuk } i = n + 1, \dots, p$$

Fungsi *lagrange* yang bersangkutan adalah

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$L(x, \lambda, S) = f(x) + \sum_{i=1}^m \lambda_i [g_i(x) + S_i^2] + \sum_{i=m+1}^n \lambda_i [g_i(x) - S_i^2] + \sum_{i=n+1}^p \lambda_i g_i(x)$$

Dimana λ_i adalah pengali *lagrange* yang terkait dengan kendala j . Syarat untuk menentukan kecukupan syarat *Kuhn-Tucker* dirangkum dalam Tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Syarat Cukup Metode Kuhn-Tucker

Jenis Optimasi	Syarat yang diperlukan		
	$f(x)$	$g_i(x)$	λ_i
Maksimasi	Konkaf	$\begin{cases} \text{Konveks} \\ \text{Konkaf} \\ \text{Linear} \end{cases}$	$\geq 0 (i = 1, 2, \dots, m)$ $\leq 0 (i = m + 1, \dots, n)$ Tidak dibatasi $(i = n + 1, \dots, p)$
Minimasi	Konveks	$\begin{cases} \text{Konveks} \\ \text{Konkaf} \\ \text{Linear} \end{cases}$	$\geq 0 (i = 1, 2, \dots, m)$ $\leq 0 (i = m + 1, \dots, n)$ Tidak dibatasi $(i = n + 1, \dots, p)$

Sumber: [8]

Berdasarkan Tabel 2.1 didapatkan jika $g_i(x)$ konveks, maka $\lambda_i g_i(x)$ konveks dengan syarat $\lambda_i \geq 0$, jika $\lambda_i g_i(x)$ konkaf maka $\lambda_i \leq 0$ dan $\lambda_i g_i(x)$ linear maka λ tidak dibatasi dalam tanda ($\lambda_i \geq 0$ dan $\lambda_i \leq 0$). Sebuah fungsi linear adalah konveks sekaligus konkaf. Jika fungsi f konkaf, maka $(-f)$ konveks dan sebaliknya [8].

Syarat perlu dan syarat cukup untuk fungsi konveks dalam mencari titik optimum dapat menggunakan syarat *Kuhn-Tucker*. Namun pada fungsi nonkonveks, syarat *Kuhn-Tucker* merupakan syarat perlu saja, akan tetapi belum cukup untuk mencapai nilai optimal. Jadi untuk fungsi konveks, syarat *Kuhn-Tucker* menjadi syarat perlu dan syarat cukup untuk mencapai nilai maksimum/minimum global. [8]

Syarat perlu metode *Kuhn-Tucker* untuk masalah minimasi berdasarkan Persamaan (2.13) dapat dirangkum sebagai berikut:

$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = \frac{\partial f}{\partial x_i} + \sum_{i=1}^m \lambda_i \frac{\partial g_i}{\partial x_i} = 0 \quad \text{untuk } i = 1, 2, \dots, m$$

$$\lambda_i g_i = 0 \quad \text{untuk } i = 1, 2, \dots, m$$



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$g_i(x) \geq 0 \quad \text{untuk } i = 1, 2, \dots, m$$

$$\lambda_i \text{ tidak dibatasi dalam tanda} \quad \text{untuk } i = 1, 2, \dots, m$$

Pengali *lagrange* (λ) yang terkait dengan kendala persamaan tidak terbatas tandanya pada masalah minimasi maupun maksimasi [8].

Langkah-langkah untuk menggunakan metode *Kuhn-Tucker* dalam permasalahan optimasi dengan kendala pertidaksamaan sama halnya dengan penyelesaian permasalahan optimasi menggunakan metode *lagrange* dengan kendala persamaan. Langkah-langkah yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1 Mengubah permasalahan kedalam bentuk standar.
- 2 Membentuk persamaan *lagrange* dari permasalahan optimasi, lalu menghitung titik-titik kritisnya. Kemudian menguji nilai untuk fungsi tujuan pada setiap titik-titik kritis tersebut dan menentukan titik dari titik kritis tersebut yang memuat nilai fungsi tujuan yang optimal. Persamaan *lagrange* yang dibentuk didefinisikan dengan:

$$L(x, \lambda, S) = f(x) + \sum_{i=1}^m \lambda_i (g_i(x) - b - S_i^2)$$

- 3 Mencari nilai (x, λ, S) dalam himpunan persamaan berikut:

$$\frac{\partial L}{\partial x_i}(x, \lambda, S) = 0 \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, m$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_i}(x, \lambda, S) = 0 \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, m$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_i}(x, \lambda, S) = 0 \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, m$$

dengan λ_i tidak dibatasi dalam tanda.

Setiap solusi dari sistem persamaan ini disebut titik kritis dari L . Persamaan-persamaan yang mendefinisikan titik-titik kritis dari L berbeda dengan titik-titik yang bersesuaian dalam masalah masalah dengan kendala persamaan.

- 4 Menghitung nilai optimum dengan mensubstitusikan nilai (x, λ, S) ke dalam persamaan *lagrange* yang merupakan solusi optimal dari permasalahan optimasi [13].

Langkah penggunaan metode *Kuhn Tucker* untuk kasus minimasi hampir sama dengan kasus maksimasi [9], hanya saja berbeda pada langkah kedua dalam

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

mentransformasikan fungsi kendala dengan mengurangi variabel *slack*. Langkah pertama, ketiga dan keempat sama.

Contoh 2.1: [16]

Perusahaan makanan ROYAL merencanakan untuk membuat dua jenis makanan yaitu Royal Bee dan Royal Jelly. Royal Bee mengandung 2% vitamin dan 2% protein, sedangkan Royal Jelly mengandung 1% vitamin dan 3% protein. Perusahaan makanan Royal membutuhkan paling sedikit 8% vitamin dan 12% protein untuk membuat kedua jenis makanan tersebut. Biaya pembuatan makanan jenis Royal Bee dan Royal Jelly masing-masing 100 ribu rupiah dan 80 ribu rupiah. Tabel berikut menunjukkan jumlah vitamin dan protein dalam setiap jenis makanan

Tabel 2.2 Data Jumlah Kandungan Vitamin dan Protein

Jenis Makanan	Kandungan Vitamin dan Protein		Biaya Per Pcs (Ribu Rupiah)
	Vitamin (%)	Protein (%)	
Royal Bee	2	2	100
Royal Jelly	1	3	80
Minimum Kebutuhan	8	12	

Bagaimana menentukan kombinasi kedua jenis makanan agar meminimumkan biaya produksi.

Penyelesaian:

x_1 : Jumlah Royal Bee yang diproduksi

x_2 : Jumlah Royal Jelly yang diproduksi

Berdasarkan Tabel 2.2, maka diperoleh model pemrograman linier sebagai berikut :

Min:

$$z = 100x_1 + 80x_2 \quad (2.17)$$

Fungsi kendala :

$$2x_1 + x_2 \geq 8$$



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$2x_1 + 3x_2 \geq 12$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Setelah mendapatkan fungsi tujuan dan fungsi kendala, maka langkah selanjutnya adalah mengubah permasalahan optimasi ke dalam bentuk permasalahan *Kuhn Tucker* seperti pada Persamaan (2.13) dengan cara mengurangi variabel slack *non negatif* pada fungsi kendala. Berdasarkan Persamaan (2.17) diperoleh bentuk permasalahan optimasi sebagai berikut:

Min:

$$z = 100x_1 + 80x_2$$

Kendala:

$$2x_1 + x_2 - S_1^2 = 8$$

$$2x_1 + 3x_2 - S_2^2 = 12$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Selanjutnya, mengubah permasalahan di atas menjadi bentuk pengali *lagrange* seperti pada Persamaan (2.14) sebagai berikut :

$$L(x_1, x_2, \lambda_1, \lambda_2, S_1, S_2) = f(x) + \lambda_i(g_i(x) - b_i - S_i^2) \quad (2.18)$$

$$L(x_1, x_2, \lambda_1, \lambda_2, S_1, S_2) = 100x_1 + 80x_2 + \lambda_1(2x_1 + x_2 - S_1^2 - 8) + \lambda_2(2x_1 + 3x_2 - S_2^2 - 12)$$

Setelah mendapatkan fungsi pengali *lagrange*, maka persamaan tersebut diubah ke dalam bentuk syarat perlu fungsi *lagrange* berdasarkan Persamaan (2.15) berikut :

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = 100 + 2\lambda_1 + 2\lambda_2 = 0 \quad (2.19)$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = 80 + \lambda_1 + 3\lambda_2 = 0 \quad (2.20)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = 2x_1 + x_2 - S_1^2 - 8 = 0 \quad (2.21)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = 2x_1 + 3x_2 - S_2^2 - 12 = 0 \quad (2.22)$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\frac{\partial L}{\partial S_1} = -2\lambda_1 S_1 = 0 \quad (2.23)$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_2} = -2\lambda_2 S_2 = 0 \quad (2.24)$$

Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai S . Berdasarkan Persamaan (2.23) dan Persamaan (2.24) didapatkan :

$$\frac{\partial L}{\partial S_1} = -2\lambda_1 S_1 = 0 \rightarrow S_1 = \frac{0}{-2\lambda_1} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_2} = -2\lambda_2 S_2 = 0 \rightarrow S_2 = \frac{0}{-2\lambda_2} = 0$$

Langkah selanjutnya adalah mensubstitusikan nilai S_1 dan S_2 ke Persamaan (2.15) sampai Persamaan (2.18), sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$100 + 2\lambda_1 + 2\lambda_2 = 0 \quad (2.25)$$

$$80 + \lambda_1 + 3\lambda_2 = 0 \quad (2.26)$$

$$2x_1 + x_2 - 8 = 0 \quad (2.27)$$

$$2x_1 + 3x_2 - 12 = 0 \quad (2.28)$$

Untuk mendapatkan nilai λ_2 , dilakukan eliminasi pada Persamaan (2.25) dan (2.26) seperti berikut ini :

$$\begin{array}{rcl} 2\lambda_1 + 2\lambda_2 & = & -100 \quad | \times 1 | \\ \lambda_1 + 3\lambda_2 & = & -80 \quad | \times 2 | \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} 2\lambda_1 + 2\lambda_2 & = & -100 \\ 2\lambda_1 + 6\lambda_2 & = & -160 \\ \hline -4\lambda_2 & = & 60 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \lambda_2 = \frac{60}{-4} \\ \lambda_2 = -15 \end{array}$$

Selanjutnya, untuk mendapatkan nilai λ_1 , substitusikan nilai $\lambda_2 = -15$ ke Persamaan (2.26) sehingga didapatkan :

$$\lambda_1 + 3\lambda_2 = -80$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\lambda_1 + 3(-15) = -80$$

$$\lambda_1 - 45 = -80$$

$$\lambda_1 = -35$$

Setelah mendapatkan nilai λ_1 dan λ_2 , maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai x_1 dan x_2 dengan melakukan eliminasi terhadap Persamaan (2.27) dan (2.28), sehingga diperoleh :

$$\begin{array}{r} 2x_1 + x_2 = 8 \\ 2x_1 + 3x_2 = 12 \\ \hline -2x_2 = -4 \\ x_2 = \frac{-4}{-2} \\ x_2 = 2 \end{array}$$

Selanjutnya mencari nilai x_1 dengan mensubstitusikan nilai $x_2 = 2$ ke persamaan (2.27) seperti berikut:

$$2x_1 + x_2 = 8$$

$$2x_1 + 2 = 8$$

$$2x_1 = 6$$

$$x_1 = 3$$

Karena syarat cukup metode *Kuhn-Tucker* untuk kasus linear adalah λ yang tidak dibatasi oleh tanda artinya $\lambda_i \geq 0$ dan $\lambda_i \leq 0$, maka pada kasus di atas syarat cukup metode *Kuhn-Tucker* terpenuhi. Langkah terakhir adalah menentukan minimum biaya dengan mensubstitusikan nilai x, λ, S ke dalam persamaan *lagrange* pada Persamaan (2.18) yang merupakan solusi optimal permasalahan optimasi, sehingga didapatkan nilai optimal sebagai berikut:

$$L(x_1, x_2, \lambda_1, \lambda_2, S_1, S_2) = 100x_1 + 80x_2 + \lambda_1(2x_1 + x_2 - S_1^2 - 8) + \lambda_2(2x_1 + 3x_2 - S_2^2 - 12)$$

$$L(x_1, x_2, \lambda_1, \lambda_2, S_1, S_2) = 100(3) + 80(2) - 35(2(3) + 2(2) - 8) - 15(2(3) + 3(2) - 12)$$

$$L(x_1, x_2, \lambda_1, \lambda_2, S_1, S_2) = 300 + 160 - 35(0) - 15(0)$$

$$L(x_1, x_2, \lambda_1, \lambda_2, S_1, S_2) = 460$$

Berdasarkan metode *Kuhn Tucker*, untuk mendapatkan biaya minimum maka Perusahaan makanan ROYAL hanya perlu memproduksi Royal Bee sebanyak 3 pcs dan Royal Jelly sebanyak 2 pcs dengan biaya minimum 460 ribu rupiah.

Contoh 2.2: [16]

Sebuah toko TO MING SE menyediakan dua merek pupuk, yaitu Standar dan Super. Setiap jenis mengandung campuran bahan nitrogen dan fosfat dalam jumlah tertentu. Seorang petani membutuhkan paling sedikit 16 kg nitrogen dan 24 kg fosfat untuk lahan pertaniannya. Harga pupuk standar dan super masing-masing \$3 dan \$6. Petani tersebut ingin mengetahui berapa sak masing-masing jenis pupuk harus dibeli agar total harga pupuk mencapai minimum dan kebutuhan pupuk untuk lahannya terpenuhi. Berikut tabel strategi campuran bahan untuk pupuk Standar dan Super

Tabel 2.3 Data Jumlah Campuran Bahan Pupuk

Bahan	Jumlah Campuran Bahan		Harga
	Nitrogen	Fosfat	
Standar	2	4	\$3
Super	4	3	\$6
Minimum Bahan yang dibutuhkan (Kg/sak)	16	24	

Penyelesaian:

x_1 : Banyaknya jenis pupuk standar yang harus dibeli

x_2 : Banyaknya jenis pupuk super yang harus dibeli

Berdasarkan Tabel 2.3, maka diperoleh model pemograman linier sebagai berikut :

Min z:

$$z = 3x_1 + 6x_2 \quad (2.29)$$



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Fungsi kendala :

$$2x_1 + 4x_2 \geq 16$$

$$4x_1 + 3x_2 \geq 24$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Setelah mendapatkan fungsi tujuan dan fungsi kendala, maka langkah selanjutnya adalah mengubah permasalahan optimasi ke dalam bentuk permasalahan *Kuhn Tucker* seperti pada Persamaan (2.10) dengan cara mengurangi variabel slack *non negatif*. Berdasarkan Persamaan (2.25) diperoleh bentuk permasalahan optimasi sebagai berikut:

Min:

$$z = 3x_1 + 6x_2$$

Kendala:

$$2x_1 + 4x_2 - S_1^2 = 16$$

$$4x_1 + 3x_2 - S_2^2 = 24$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Selanjutnya, mengubah permasalahan di atas menjadi bentuk pengali *lagrange* seperti pada Persamaan (2.11) sebagai berikut :

$$L(x_1, x_2, \lambda_1, \lambda_2, S_1, S_2) = f(x) + \lambda_i(g_i(x) - b_i - S_i^2) \quad (2.30)$$

$$L(x_1, x_2, \lambda_1, \lambda_2, S_1, S_2) = 3x_1 + 6x_2 + \lambda_1(2x_1 + 4x_2 - S_1^2 - 16) + \lambda_2(4x_1 + 3x_2 - S_2^2 - 24)$$

Setelah mendapatkan fungsi Pengali Lagrange, maka persamaan tersebut diubah ke dalam bentuk syarat perlu fungsi *lagrange* berdasarkan Persamaan (2.15) berikut :

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = 3 + 2\lambda_1 + 4\lambda_2 = 0 \quad (2.31)$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = 6 + 4\lambda_1 + 3\lambda_2 = 0 \quad (2.32)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = 2x_1 + 4x_2 - S_1^2 - 16 = 0 \quad (2.33)$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = 4x_1 + 3x_2 - S_2^2 - 24 = 0 \quad (2.34)$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_1} = -2\lambda_1 S_1 = 0 \quad (2.35)$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_2} = -2\lambda_2 S_2 = 0 \quad (2.36)$$

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai S . Berdasarkan Persamaan (2.35) dan Persamaan (2.36) didapatkan :

$$\frac{\partial L}{\partial S_1} = -2\lambda_1 S_1 = 0 \rightarrow S_1 = \frac{0}{-2\lambda_1} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial S_2} = -2\lambda_2 S_2 = 0 \rightarrow S_2 = \frac{0}{-2\lambda_2} = 0$$

Langkah selanjutnya adalah mensubstitusikan nilai S_1 dan S_2 ke Persamaan (2.31) sampai Persamaan (2.34), sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$3 + 2\lambda_1 + 4\lambda_2 = 0 \quad (2.37)$$

$$6 + 4\lambda_1 + 3\lambda_2 = 0 \quad (2.38)$$

$$2x_1 + 4x_2 - 16 = 0 \quad (2.39)$$

$$4x_1 + 3x_2 - 24 = 0 \quad (2.40)$$

Untuk mendapatkan nilai λ_1 , dilakukan eliminasi pada Persamaan (2.37) dan (2.38) seperti berikut ini :

$$\begin{array}{r} 2\lambda_1 + 4\lambda_2 = -3 \quad | \times 3 | \\ 4\lambda_1 + 3\lambda_2 = -6 \quad | \times 4 | \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6\lambda_1 + 12\lambda_2 = -9 \\ 16\lambda_1 + 12\lambda_2 = -24 \\ \hline -10\lambda_1 = 15 \end{array}$$

$$\lambda_1 = \frac{15}{-10}$$

$$\lambda_1 = -1,5$$

Selanjutnya, untuk mendapatkan nilai λ_2 , substitusikan nilai $\lambda_1 = -1,5$ ke Persamaan (2.37) sehingga didapatkan :

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{aligned}
 2\lambda_1 + 4\lambda_2 &= -3 \\
 2(-1,5) + 4\lambda_2 &= -3 \\
 -3 + 4\lambda_2 &= -3 \\
 4\lambda_2 &= 0 \\
 \lambda_2 &= 0
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai λ_1 dan λ_2 , maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai x_1 dan x_2 dengan melakukan eliminasi terhadap Persamaan (2.37) dan (2.38), sehingga diperoleh :

$$\begin{aligned}
 2x_1 + 4x_2 &= 16 \quad | \times 2 | \\
 4x_1 + 3x_2 &= 24 \quad | \times 1 | \\
 \hline
 4x_1 + 8x_2 &= 32 \\
 4x_1 + 3x_2 &= 24 \quad - \\
 \hline
 5x_2 &= 8 \\
 x_2 &= \frac{8}{5} \\
 x_2 &= 1,6
 \end{aligned}$$

Selanjutnya mencari nilai x_1 dengan mensubstitusikan nilai x_2 ke Persamaan (2.35) seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 2x_1 + 4x_2 &= 16 \\
 2x_1 + 4(1,6) &= 16 \\
 2x_1 + 6,4 &= 16 \\
 2x_1 &= 9,6 \\
 x_1 &= 4,8
 \end{aligned}$$

Karena syarat cukup metode *Kuhn-Tucker* untuk kasus linear adalah λ yang tidak dibatasi oleh tanda artinya $\lambda_i \geq 0$ dan $\lambda_i \leq 0$, maka pada kasus di atas syarat cukup metode *Kuhn-Tucker* terpenuhi. Langkah terakhir adalah menentukan minimum biaya dengan mensubstitusikan nilai x, λ, S ke dalam persamaan *lagrange* pada Persamaan (2.26) yang merupakan solusi optimal permasalahan optimasi, sehingga didapatkan nilai optimal sebagai berikut:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$L(x_1, x_2, \lambda_1, \lambda_2, S_1, S_2) = 3x_1 + 6x_2 + \lambda_1(2x_1 + 4x_2 - S_1^2 - 16) + \lambda_2(4x_1 + 3x_2 - S_2^2 - 24)$$

$$L(x_1, x_2, \lambda_1, \lambda_2, S_1, S_2) = 3(4,8) + 6(1,6) - 1,5(2(4,8) + 4(1,6) - 0 - 16) - 2(4(4,8) + 3(1,6) - 0 - 24)$$

$$L(x_1, x_2, \lambda_1, \lambda_2, S_1, S_2) = 14,4 + 9,6 - 0 - 0$$

$$L(x_1, x_2, \lambda_1, \lambda_2, S_1, S_2) = 24$$

Berdasarkan metode *Kuhn Tucker*, untuk mendapatkan biaya minimum maka petani hanya perlu membeli pupuk Standar sebanyak 4,8 sak dan pupuk Super sebanyak 1,6 sak dengan biaya minimum \$24.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada Bab III ini akan dijelaskan tentang langkah-langkah yang digunakan dalam melakukan penelitian dengan metode *Kuhn Tucker*. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dengan wawancara di kelompok tani Rambahan Sakato, Dusun Rambahan, Kecamatan Ranah Pesisir, Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat.
2. Pengolahan data menggunakan metode *Kuhn Tucker* dimulai dengan pembentukan variabel keputusan. Dalam penelitian ini terdapat 4 variabel keputusan yaitu x_1, x_2, x_3 , dan x_4 .
3. Membentuk fungsi tujuan dengan meminimumkan biaya pemupukan tanaman padi.
4. Membentuk fungsi kendala. Fungsi kendala ini menggambarkan tentang kandungan unsur hara pada setiap jenis pupuk yang digunakan dan kebutuhan minimum unsur hara yang diperlukan pada penanaman padi di kelompok Tani Rambahan Sakato.
5. Membentuk model pemrograman linear dari fungsi tujuan dan fungsi kendala yang telah dibentuk sebelumnya.
6. Selanjutnya, mengubah fungsi kendala menjadi bentuk persamaan dengan mengurangi variabel *slack*. Untuk memastikan bahwa $S \geq 0$, maka fungsi kendala dikurangkan dengan S^2 . Sehingga didapatkan bentuk permasalahan *Kuhn Tucker*.
7. Mengubah permasalahan yang telah didapatkan menjadi bentuk *lagrange* dengan bentuk umum fungsi *lagrange* sebagai berikut:

$$L(x, \lambda, S) = f(x) + \sum_{i=1}^m \lambda_i (g_i(x) - b_i - S_i^2)$$

8. Fungsi *lagrange* yang telah dibentuk sebelumnya akan menjadi fungsi tujuan untuk mencapai biaya produksi minimum pemupukan tanaman padi.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Langkah selanjutnya adalah mengubah fungsi *lagrange* ke dalam bentuk umum syarat perlu fungsi *lagrange* sebagai berikut:

$$\frac{\partial L}{\partial x_i}(x, \lambda, S) = 0 \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_i}(x, \lambda, S) = 0 \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m$$

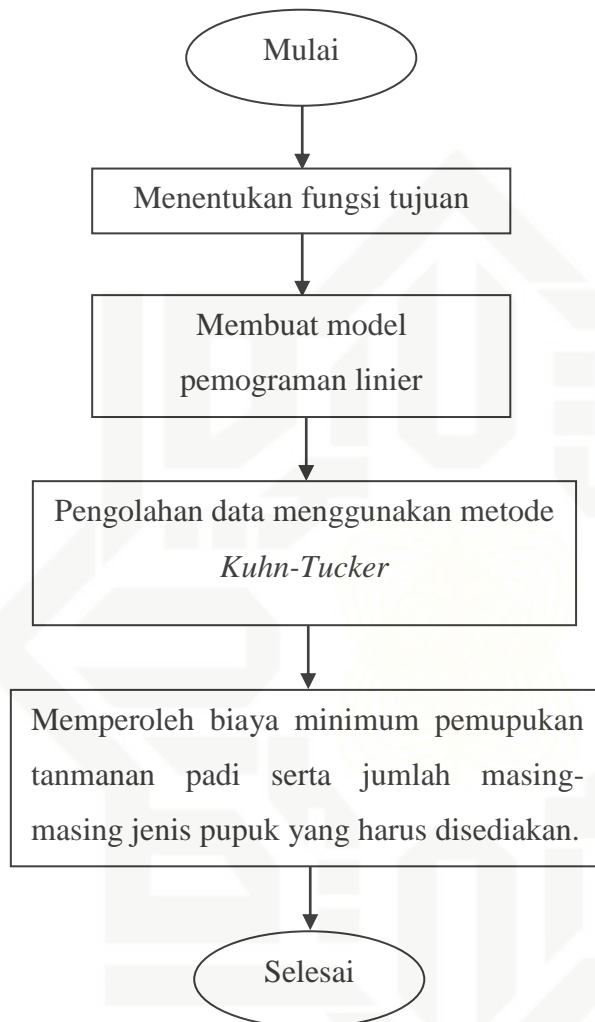
$$\frac{\partial L}{\partial S_i}(x, \lambda, S) = 0 \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m$$

9. Berdasarkan persamaan $\frac{\partial L}{\partial S_i}(x, \lambda, S) = 0$ diperoleh nilai S_i masing-masing bernilai 0. Selanjutnya, didapatkan persamaan baru dengan variabel λ_i dengan mengeliminasi persamaan-persamaan tersebut.
10. Memperoleh nilai λ_i dengan menggunakan aturan perkalian matriks dimana aturan perkalian matriks memiliki rumus umum $B = A\lambda_i$, untuk mendapatkan λ_i , rumus diubah menjadi $\lambda_i = A^{-1}B$.
11. Memastikan bahwa syarat cukup metode *Kuhn Tucker* telah terpenuhi.
12. Eliminasi persamaan-persamaan $\frac{\partial L}{\partial \lambda_i}(x, \lambda, S) = 0$ untuk mendapatkan nilai x_1, x_2, x_3 , dan x_4 .
13. Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai fungsi *lagrange* yang merupakan fungsi tujuan untuk mendapatkan biaya minimum pemupukan tanaman padi dengan cara mensubstitusi nilai (x_i, λ_i, S_i) ke fungsi *lagrange* atau fungsi tujuan tersebut.
14. Kesimpulan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Langkah-langkah metodologi penelitian dalam menyelesaikan permasalahan optimasi menggunakan metode *Kuhn Tucker* dapat digambarkan dalam *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang dilakukan pada Bab IV tentang penggunaan metode *Kuhn Tucker* untuk meminimumkan biaya pemupukan tanaman padi pada Kelompok Tani Rambahan Sakato, Desa Nyiur Melambai Pelangai, Sumatera Barat dapat disimpulkan bahwa solusi optimal menggunakan metode *Kuhn Tucker* adalah Kelompok Tani Rambahan Sakato, Desa Nyiur Melambai Pelangai, Sumatera Barat tidak perlu menyediakan pupuk KCL dan hanya perlu menyediakan pupuk SP-36 sebanyak 1 karung, pupuk urea sebanyak 3 karung dan pupuk phonska sebanyak 16 karung dengan biaya minimum Rp. 2.710.000.

5.2 Saran

Tugas akhir ini melakukan penelitian pada Kelompok Tani Rambahan Sakato, Desa Nyiur Melambai Pelangai, Sumatera Barat menggunakan metode *Kuhn Tucker* dengan tujuan meminimumkan biaya pemupukan tanaman padi. Penulis menyarankan para pembaca untuk menggunakan metode *Kuhn Tucker* dalam mencari penyelesaian optimal dari berbagai macam kasus yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Takriyani H., *Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Padi*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian, 2015.
- [2] Bu'ulolo, F., *Operasi Riset Program Linier*. Medan: USU Press, 2017.
- [3] Budiasih, Y. dan Asriyal, "Penyusunan Anggaran Penjualan, Optimasi Keuntungan Menggunakan Metode Kuhn-Tucker Pada Industri Olahan Daging Ayam Beku "theendeus"", *Jurnal Penelitian Manajemen*. vol. 2 no. 1, pp.308 – 318, 2020.
- [4] Edgar, T. F., Himmelblau, D. M. dan Lasdon, L. S. *Optimization Of Chemical Processes*. New York, 2001.
- [5] I. G. A. J. Putra dkk, "Optimalisasi Penjualan Kain Endek dengan Metode Karush-Kuhn-Tucker (KKT)", *E-Jurnal Matematika*, vol. 4, pp.158-162, 2015.
- [6] Luknanto, D., *Pengantar Optimasi Nonlinier*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada, 2000.
- [7] Meflinda A. dan Mahyarni, *Operation Research (Riset Operasi)*. Riau: Unri Press, 2011.
- [8] Moengin, P., *Metode Optimasi*. CV. Bandung: Muara Indah, 2011.
- [9] N. M. Asih dan I. N. Widana, "Aplikasi Metode Khun-Tucker Dalam Penjualan Oli Mobil", *Jurnal Matematika*, vol. 2 no. 1, pp.57-68, 2012.
- [10] Nur, W., Rachman, H. dan Abdal, N. M., "Solusi Pemrograman Nonlinier Desain Kamar Kost dengan Menggunakan Syarat *Karush-Kuhn-Tucker (KKT)*", *Jurnal Pendidikan MIPA*, vol. 7 no. 2, pp.121 – 123, 2017.
- [11] Prahmana, R. C. I., *Pemograman Linear*. Tangerang: STKIP Surya, 2013.
- [12] Safitri, E., Basriati, S. dan Ulya, W., "Penerapan Metode Cutting Plane Untuk Optimasi Biaya Pemupukan pada Tanaman Cabai (Studi Kasus : Wanita Tani Sentosa)", *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, vol. 6 no. 1, pp.79-89, 2020.
- [13] Safitri, E., Basriati, S. dan Zahara, A., "Optimalisasi Hasil Produksi Menggunakan Metode Kuhn-Tucker (Studi Kasus: Toko Baju Mitra

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pekanbaru)”, *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, vol. 5 no. 1, pp.30 – 39, 2019.

[14] Sugioko, A., “Perbandingan Algoritma Bee Colony dengan Algoritma Bee Colony Tabu List dalam Penjadwalan Flow Shop”, *Jurnal Metis*, vol. 14, pp.113-120, 2013.

[15] Taha, H. A., *Operations Research: An Introduction Eighth Edition*. New Jersey: Pentice-Hall International Inc, 2009.

[16] Tim Dosen Penelitian Operasional Program Studi Teknik Industri. *Buku Ajar Penelitian Operasional 1*. Surabaya: Universitas Wijaya Putra, 2009.

[17] Winston, W. L., *Operation Research Application and Algorithms, fourth edition*.

LAMPIRAN A

Penyelesaian permasalahan optimasi pada studi kasus menggunakan software QM.

POM-QM for Windows - C:\Program Files\POMQM3\Data pupuk benar.lin

File Edit View Module Format Tools Window Help

Arial 8.25 B I U .0000 Fix Dec

Objective
☐ Maximize
☒ Minimize

Instruction
 There are more results available in additional windows. These may be opened by using

Linear Programming Results

(untitled) Solution

	X1	X2	X3	X4		RHS	Dual
Minimize	125000	115000	140000	400000			
Constraint 1	0	46	15	0	>=	378	-2500
Constraint 2	36	0	15	0	>=	276	-2587,719
Constraint 3	0	0	15	60	>=	240	0
Constraint 4	5	0	10	0	>=	165	-6368,422
Solution->	1	3	16	0		2710000	

LAMPIRAN B

Data Jenis Pupuk dan Harga Pupuk yang digunakan pada Tanaman Padi di Kelompok Tani Rambahan Sakato, Desa Nyiur Melambai Pelangai, Sumatera Barat.

Jenis Pupuk	Kandungan Unsur Hara Per Karung				Harga Per Karung
	Nitrogen	Fosfat	Kalium	Sulfur	
SP-36	0%	36%	0%	5%	Rp. 125.000
Urea	46%	0%	0%	0%	Rp. 115.000
Phonska	15%	15%	15%	10%	Rp. 140.000
KCL	0%	0%	60%	0%	Rp. 400.000
Kebutuhan Minimum	378%	276%	240%	165%	

Mengetahui,

Ketua Kelompok Tani Rambahan Sakato
Desa Nyiur Melambai Pelangai
Sumatera Barat



(Riko Tampati)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAMPIRAN C

Penyelesaian permasalahan optimasi pada contoh kasus menggunakan software QM.

POM-QM for Windows

File Edit View Module Format Tools Window Help

Arial 8.25 B I U .0000 Fix Dec

Objective
☐ Maximize
☒ Minimize

Instruction
 There are more results available in additional windows. These may be opened by using

Linear Programming Results

(untitled) Solution

	X1	X2	X3	X4		RHS	Dual
Minimize	50	20	30	80			
Constraint 1	400	200	150	500	>=	750	0
Constraint 2	3	2	0	0	>=	6	0
Constraint 3	2	2	4	4	>=	10	-7,1428
Constraint 4	2	4	1	5	>=	13	-1,4286
Constraint 5	0	2	1	0	>=	7	0
Constraint 6	0	3	2	0	>=	11	0
Solution->	0	3	1	0		90	



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pekanbaru pada tanggal 18 April 1999 dari pasangan Alm. bapak Yuliarman dan ibu Haminar. Penulis merupakan anak kedua dari dua orang bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan formal Sekolah Dasar di SDN 09 Air Tambang pada tahun 2011. Pada tahun 2014, penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 3 Ranah Pesisir dan pada tahun 2017 penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Ranah Pesisir dengan jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Kemudian pada tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dengan jurusan Matematika.

Pada tahun 2020 penulis melaksanakan Kerja Praktek di Dinas Ketahanan Pangan Kota Pekanbaru dan telah menulis laporan Kerja Praktek dengan judul **"Peramalan Harga Cabai Merah Besar di Kota Pekanbaru Menggunakan Metode *Moving Average*"** yang dibimbing oleh bapak Aprijon, S.Si, M.Ed dan diseminarkan pada tanggal 21 Mei 2020. Kemudian penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun yang sama di Desa Nyiur Melambai Pelangai, Kecamatan Ranah Pesisir, Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat dengan sistem online dikarenakan pandemi *covid-19*.

Pada tanggal 4 Mei 2021 penulis dinyatakan lulus dalam ujian sarjana dengan judul tugas akhir **"Optimalisasi Biaya Pemupukan Tanaman Padi menggunakan Metode *Kuhn Tucker* (Studi Kasus : Kelompok Tani Rambahan Sakato, Desa Nyiur Melambai Pelangai, Sumatera Barat)"** dibawah bimbingan ibu Elfira Safitri, M.Mat.